

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrotechniky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual professional practice in the company

Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Demel**

Studijní program: B2648 Projektování elektrických zařízení

Téma: Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: SHB, akciová společnost
 2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a) Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařízení studenta.
 - b) Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti.
 - c) Zvolený postup řešení zadaných úkolů.
 - d) Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.
 - e) Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe.
 - f) Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení.
- Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách Fakulty elektrotechniky a informatiky VŠB-TUO.

Seznam doporučené odborné literatury:

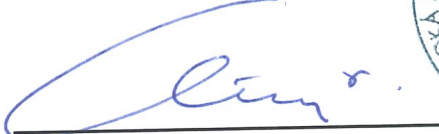
Podle pokynů konzultanta, který vede odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2019

Datum odevzdání: 30.04.2020


doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 30. 4. 2020



.....
Lukáš Demel
student

Poděkování

Děkuji firmě SHB, akciové společnosti, za možnost absolvování odborné praxe a jejím zaměstnancům za vlídné přijetí do kolektivu. Jmenovitě děkuji Ing. Hubertovi Řehulkovi a Ing. Olze Šmahlíkové za vedení během práce, jejich rady a pomoc. Můj dík patří i Ing. Davidovi Škorupovi, který mě provedl během mých začátků ve firmě.

Děkuji doc. Ing. Vítězslavovi Stýskalovi, Ph.D. za pomoc a konzultace při zpracovávání této práce.

Prohlášení firmy

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.

V Ostravě 30. 4. 2020



Ing. Hubert Řehulka
Ředitel společnosti
SHB, akciová společnost



Abstrakt

Bakalářská práce je závěrečnou zprávou popisující absolvování individuální odborné praxe v SHB, akciové společnosti, od září 2019 po květen 2020, kde jsem se zabýval veřejným osvětlením, a je rozdělena do dvou částí.

První část pojednává o projektu osvětlení cyklostezky a místně i chodníků v jižní části Ostravy podél ulic Františka Formana a Jana Škody. Druhou částí je projekt osvětlení navrhovaného obchvatu Hlučína a přilehlé společné stezky pro chodce a cyklisty.

Kromě prací na projektech, kde jsem si prakticky vyzkoušel myšlení projektanta, jsem získal i náhled do fungování projekční kanceláře a potvrdil si fakt, že pro práci projektanta nestačí mít znalosti jen ze svého oboru, ale aspoň okrajově i z jiných oborů, které s problematikou daného projektu souvisí.

Klíčová slova

veřejné osvětlení; výpočet osvětlení; výběr tříd osvětlení; návrh osvětlení; odborná praxe

Abstract

This bachelor thesis contains a report describing my individual professional practice at SHB, akciová společnost from September 2019 to May 2020 and is divided into two parts.

The first part is about a project that deals with a lighting of a bike path and locally a shared use path for cyclists and pedestrians in the southern part of Ostrava alongside the streets Františka Formana and Jana Škody. The second part deals with a design of public lighting of the proposed bypass of Hlučín and the adjacent shared use path for cyclists and pedestrians.

In addition to working on these projects where I practically tried the thinking of an engineer, I also gained an insight into the operation of a design office and confirmed the fact that for the work of a designer, it is not enough to have just the knowledge in their own field, but also at least marginal knowledge from other fields related to the projects.

Key words

public lighting; simulation of lighting; selection of lighting classes; design of lighting; professional practice

Obsah

1. Úvod.....	8
1.1 SHB, akciová společnost.....	8
1.2 Vykonávaná pozice	8
2. Úkoly zadané studentovi	9
2.1 Cyklotrasa F	9
2.2 Malý obchvat Hlučina	9
3. Cyklotrasa F	10
3.1 Situace	11
3.2 Světelný výpočet	12
3.3 Vytyčení	13
3.4 Řezy kabelových tras	14
3.5 Řezy základů osvětlovacích stožárů.....	14
3.6 Soupis prací.....	14
4. Malý obchvat Hlučina	15
4.1 Stávající stav	16
4.2 Situace	16
4.3 Světelné parametry	17
4.3.1 Motorová doprava	17
4.3.2 Konfliktní oblasti.....	19
4.3.3 Nemotorová doprava	20
4.4 Světelný výpočet	21
4.4.1 Motorová doprava	21
4.4.2 Konfliktní oblasti.....	23
4.4.3 Nemotorová doprava	28
4.5 Přípojka	29
5. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	30
6. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	31
7. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	32
Literatura	33
Seznam příloh.....	34

Seznam použitých symbolů a zkratek

Zkratka	Název
DKM	- digitální katastrální mapa
DPS	- dokumentace pro provádění stavby
S-JTSK	- systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
TKP	- technické kvalitativní podmínky staveb
VO	- veřejné osvětlení

Symbol	Název	Jednotka
C	- třída osvětlení pro konfliktní oblasti	(-)
\bar{E}	- průměrná osvětlenost	(lx)
E_{\min}	- minimální osvětlenost	(lx)
$E_{sc,\min}$	- minimální poloválcová osvětlenost	(lx)
$E_{V,\min}$	- minimální svislá osvětlenost	(lx)
M	- třída osvětlení pro motorovou dopravu	(-)
P	- třída osvětlení pro chodce a pomalou dopravu	(-)
Q_0	- světlost povrchu vozovky	($\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$)
V_w	- váhová hodnota parametru pro výběr třídy osvětlení	(-)
V_{ws}	- součet váhových hodnot parametrů pro výběr třídy osvětlení	(-)

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Vyznačení polohy cyklotrasy F na mapě - upraveno [2]	10
Obrázek 2 - Osvětlované úseky (zelené) podél druhého úseku cyklotrasy F na mapě – upraveno [2] ..	11
Obrázek 3 - Umístění stožárů a soustava hodnocených bodů modelu cyklotrasy F	13
Obrázek 4 – Isočáry vypočteného modelu cyklotrasy F	13
Obrázek 5 - Barevné znázornění osvětlenosti vypočteného modelu cyklotrasy F	13
Obrázek 6 – Mapa města Hlučína s vyznačenou trasou obchvatu - upraveno [10].....	15
Obrázek 7 - Model silnice pro výpočet osvětlení	22
Obrázek 8 - Model okružní křižovatky v 0. km pro výpočet osvětlení	24
Obrázek 9 - Model křižovatky v 0,68. km pro výpočet osvětlení	25
Obrázek 10 - Model křižovatky v 0,97. km pro výpočet osvětlení	27
Obrázek 11 - Model křižovatky v 1,35. km pro výpočet osvětlení	27
Obrázek 12 - Model okružní křižovatky v 1,48. km pro výpočet osvětlení	28

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy P4	12
Tabulka 2 - Určení váhové hodnoty silnice.....	18
Tabulka 3 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy M5	18
Tabulka 4 - Ekvivalentní třídy osvětlení konfliktních oblastí	19
Tabulka 5 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy C1 a C4.....	19
Tabulka 6 - Určení váhové hodnoty chodníku s cyklostezkou.....	20
Tabulka 7 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy P5	20
Tabulka 8 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro silnici.....	22
Tabulka 9 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro silnici se svodidly.....	22
Tabulka 10 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro okružní křižovatku v 0. km	24
Tabulka 11 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro křižovatku v 0,68. km	25
Tabulka 12 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro autobusovou zastávku v 0,6. km	26
Tabulka 13 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro autobusovou zastávku v 0,75. km	26
Tabulka 14 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro křižovatku v 0,97. km	26
Tabulka 15 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro křižovatku v 1,35. km	26
Tabulka 16 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro okružní křižovatku v 1,48. km	28
Tabulka 17 - Součet příkonů použitých svítidel.....	29

1. Úvod

V následujícím textu je popsáno mé působení ve firmě SHB, akciové společnosti, a dva největší projekty, kterých jsem byl součástí. Uveden je celý průběh projektů, veškeré překážky, na které jsem v průběhu práce narazil a jejich řešení.

1.1 SHB, akciová společnost

Česká firma SHB, akciová společnost, poskytuje projekční a konzultační služby v oboru dopravních a inženýrských staveb. Je tvořena převážně stavebními inženýry v oboru dopravních staveb, doplněná o další specialisty pro možnost dodávky komplexních služeb.

Firma se od svého vzniku v roce 1996 rozrostla do počtu přibližně 50 zaměstnanců pracujících na dvou pobočkách, v Ostravě a Praze. Její hlavní činností je projekce chodníků, cyklostezek, silnic, dálnic, mostů a dalších dopravních staveb [1].

1.2 Vykonávaná pozice

Ve firmě jsem zaměstnán na pozici projektanta a od svého nástupu jsem přímo či nepřímo spolupracoval se všemi projekčními týmy, abych se seznámil s problematikou dopravních staveb z různých směrů pohledu, naučil se projekčním zásadám a zvyklostem firmy a vytvořil si vztah se svými kolegy, protože spolupráce je jedním z hlavních pilířů projektování.

Začínal jsem jednoduchými úkoly, jako rozesílání žádostí o vytyčení inženýrských sítí, později i jejich zakreslováním, což mi zároveň poskytlo příležitost se zdokonalit v práci s programem AutoCAD, který je hlavním projekčním programem firmy. Příležitostně mi bylo zadáno vyřešit problém, který si žádal komunikaci s externími firmami, a to jak elektronickou, tak telefonickou formou.

Řadou drobných úkolů jsem se seznámil s obecnými základy z různých odvětví práce firmy a učil se více samostatné práci. Jednou jsem dostal možnost přidat se k týmu projektantů, kteří se jeli podívat na probíhající stavbu dálnice D1 v úseku Přerov-Lipník nad Bečvou, na jejíž projektování se podíleli. Byla to velmi přínosná zkušenost. Vidět na vlastní oči to, co jsem do té doby viděl pouze na výkresech, mi dalo lepší představu o některých věcech, které jsem neznal.

Jakmile jsem se ve firmě trochu seznámil s její činností a postupy, byl přidělen jako pomocník naší elektro projektantce, kde jsem strávil zbylý čas praxe.

2. Úkoly zadané studentovi

2.1 Cyklotrasa F

Předmětem této navrhované stavby je vybudování cyklostezky, s označením F, a místně i chodníků procházející městskými obvody Ostrava – Jih, Stará Bělá a Nová Bělá.

První úsek cyklostezky prochází ulicí Kaminského, kde povede v souběhu s nově vybudovaným chodníkem. Druhý úsek vede sídlištěm v Dubině, kolem hřiště a základní školy F. Formana. Napojuje se na stávající cyklostezku vedoucí kolem supermarketu Albert. Třetí a poslední část cyklostezky sestává z provizorního napojení cyklistů na okružní křižovatku u Albertu a pokračuje na ulici Plzeňskou, tato část se bude rušit při realizaci stavby Nová Krmelínská, kde dojde k jejímu přebudování. Zbytek třetí části cyklostezky je veden podél silnice na ulici Plzeňská až po ulici Ječmínkovu, kde se napojuje na stávající cyklostezku.

První i třetí úsek je dostatečně osvětlen stávajícím VO silnic a chodníků, úkolem bylo navrhnout osvětlení druhého úseku a věcí s tím souvisejících.

Tohle byl první projekt, kde jsem se podílel na všech částech dokumentace daného objektu. Zpracovával jsem ho jako řadu dílčích úkolů pod vedením elektro projektantky a častými dotazy, protože jsem potkával spoustu nových překážek, které jsem do té doby neřešil.

2.2 Malý obchvat Hlučína

Tato stavba byla navržena v rámci diplomové práce jiného studenta, vykonávajícího odbornou praxi ve firmě. Obchvat začíná v místě vjezdu do města Hlučína ze směru Ludgeřovice po silnici I/56, vede podél severní strany města a napojuje se na silnici II/469 u vjezdu do města ze směru Darkovičky.

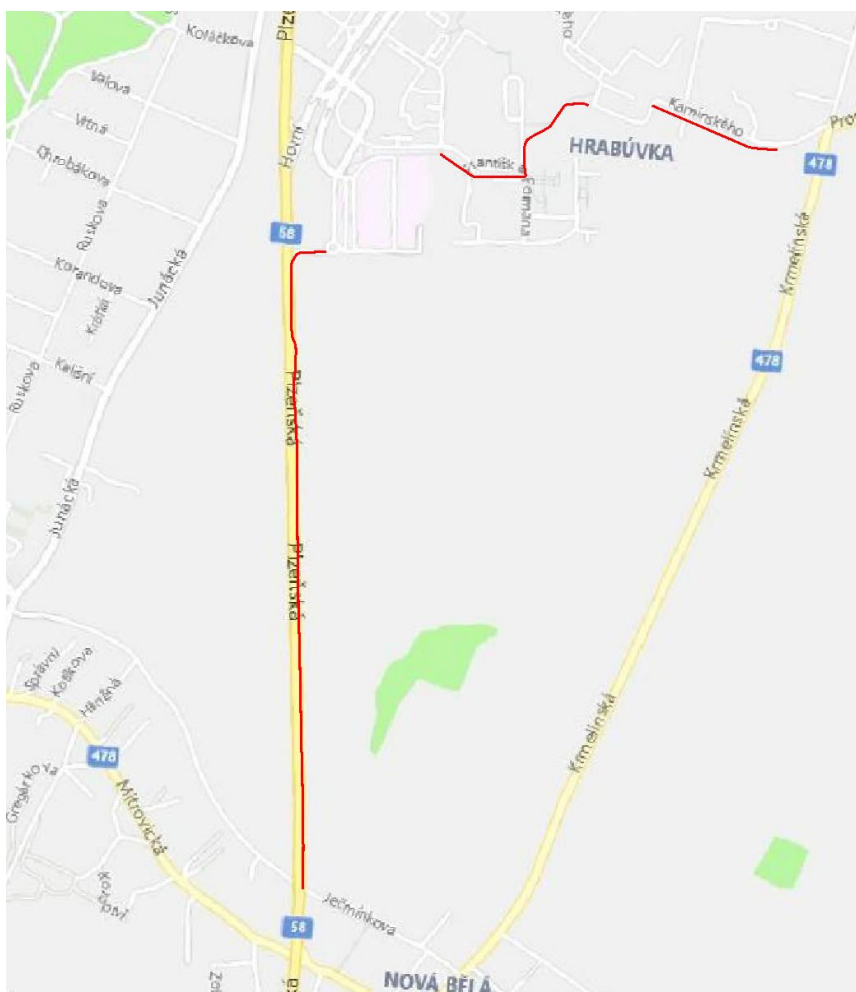
Úkolem bylo navržení osvětlení tohoto obchvatu, křižovatek, chodníku s cyklostezkou a autobusových zastávek nacházejících se podél obchvatu.

Oproti předchozímu projektu jsem tento zpracovával již z velké části samostatně. Jednak protože jsem již spoustu věcí pochopil z dřívějších prací, ale hlavně protože mi zde bylo nabídnuto a doporučeno si samostatně provést světelný výpočet. Díky své komplexnosti to byla výborná možnost si vyzkoušet, jaká kombinace stožáru a svítidla je vhodná pro různé situace, protože se v tomto projektu nacházely všechny hlavní prvky komunikací – silnice, křižovatky, chodník, cyklostezka a dokonce i autobusové zastávky.

3. Cyklotrasa F

Tato zakázka, jejíž investorem je statutární město Ostrava, se po mém nástupu do firmy nacházela ve finální fázi, kdy se pro ni vytvářela DPS (dokumentace pro provádění stavby). Dokončovali se v ní poslední objekty včetně veřejného osvětlení druhého úseku.

V následujících kapitolách je popsán postup řešení tohoto úkolu.



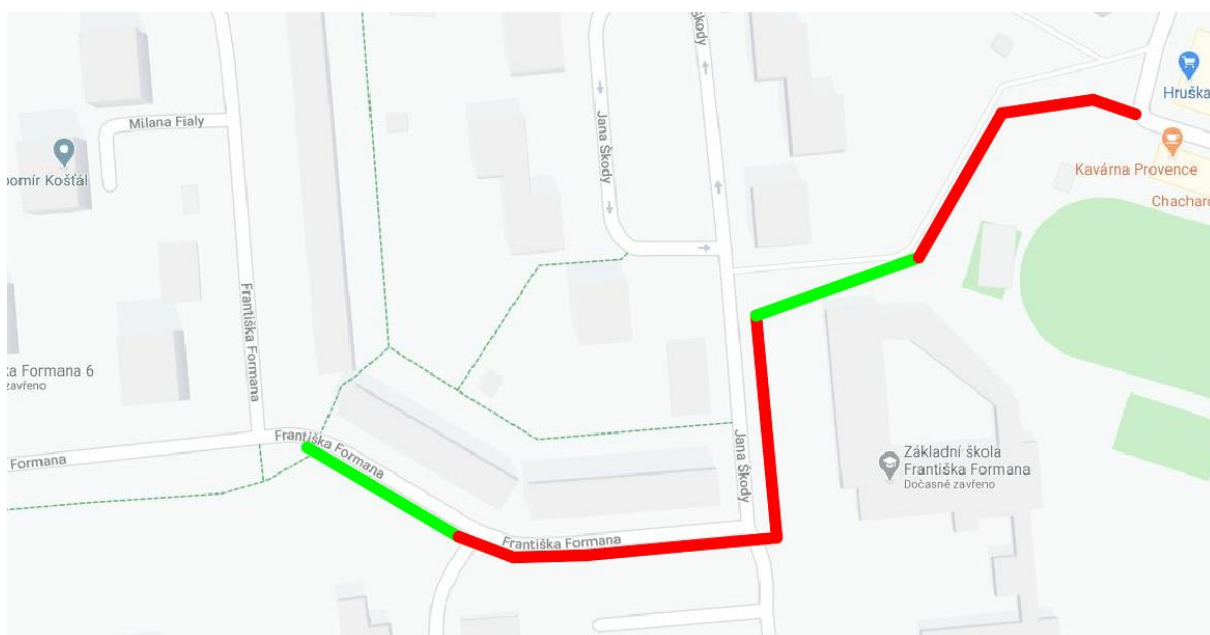
Obrázek 1 – Vyznačení polohy cyklotrasy F na mapě - upraveno [2]

Mým úkolem bylo vypracování kompletní dokumentace pro objekt VO sestávajícího z technické zprávy a výkresů situace, vytyčení, řezů kabelových tras a řezů základu osvětlovacích stožárů. Dodatečně jsem byl ještě požádán o vytvoření soupisu prací k tomuto objektu.

Při převzetí projektu byl hotov pouze odhad umístění osvětlovacích stožárů a typ svítidel. Projekt byl řešen po dobu 3 měsíců, odpovídajícím 24 odpracovaných dnů.

3.1 Situace

Po uvedení do problematiky projektu bylo prvním úkolem vytvořit situační schéma, který je prvním požadovaným dokumentem objektu a zároveň mi posloužil pro získání lepšího přehledu o situaci. V předchozích stupních bylo rozhodnuto o nutnosti osvětlení dvou částí řešeného úseku, vyznačených zelenou barvou na obrázku 2. Každá z částí je přibližně 60 m dlouhá. Výkres v prvotní části sestával pouze ze 4 navržených sloupů podložených výkresem DKM (digitální katastrální mapou), výkresem navrhované cyklostezky a chodníků a jejich barevného rozlišení, výkresem stávajících sítí a výkresem zaměření, poskytující důležité informace o přítomnosti stromů, kanálů, svodidel a dalších objektů, na které jsem musel brát ohled při návrhu.



Obrázek 2 - Osvětlované úseky (zelené) podél druhého úseku cyklotrasy F na mapě – upraveno [2]

Při pohledu na stávající síť jsem viděl, že v blízkosti začátků/konců obou úseků jsou umístěny stožáry VO. S ohledem na tuto skutečnost jsem nové stožáry umístil rovnoměrně podél osvětlované trasy ve vzdálenosti přibližně 27 m od sebe. Ze zkušeností byla projektantkou navržena LED svítidla výkonu 15 W, se světelným tokem 1500 lm, která budou umístěna ve výšce 5 m nad osvětlovanou plochou.

Při zakreslování sloupů jsem se řídil dokumentem TKP, podle kterého musí být líc sloupu umístěn minimálně 0,25 m od vnějšího okraje chodníku a 0,5 m od okraje silnice [3]. Rozměry sloupu jsem našel v prováděcích předpisech Generelu VO Ostravy dle navrhované nadzemní výšky stožáru 5 m [4]. Výkres mi nadále posloužil jako podklad pro světelný výpočet, který je popsán v následující kapitole.

Světelným výpočtem se ověřila správnost umístění sloupů a mohl jsem začít navrhovat jejich elektrické připojení. Provedením průzkumu za pomoci online map jsem zjistil, že je v této oblasti připojení stožárů řešeno kabelovým vedením, proto jsem i pro nové sloupy navrhl připojení kabelem. Jelikož se jedná

vždy pouze o dvojice sloupů, není třeba zřizovat nové odběrné místo a jejich napojení jsem určil vždy odbočením od nejbližšího stávajícího stožáru VO.

Pro získání přehledu o poloze stávajících stožárů jsem požádal společnost Ostravské komunikace a.s., která zabezpečuje správu, provoz a údržbu VO na území Ostravy, o vytyčení stávajících sítí. Přestože jsme tento dokument měli k dispozici z dřívějších stupňů projektu, ukázalo se jako vhodné žádat o podobné dokumenty při zpracovávání každého stupně, i když se jedná o objekty s dlouhou životností, jako je VO. Nedošlo sice k bourání nebo postavení nových stožárů, ale došlo ke změně jejich číslování, což mělo vliv na můj návrh označení nových stožárů a bude mít vliv při realizaci, na identifikaci stávajících stožárů, ze kterých bude provedeno odbočení.

3.2 Světelný výpočet

Pro ověření správnosti návrhu provedením světelného výpočtu jsem kromě výkresu situace musel ještě určit třídy osvětlení navrhovaných komunikací.

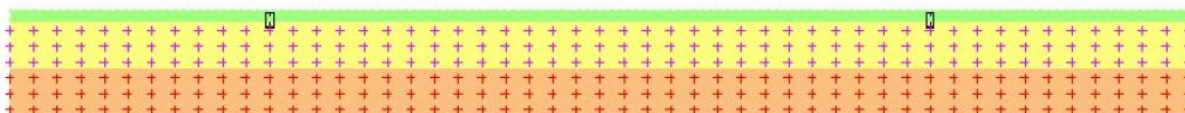
Třídy osvětlení rozdělují komunikace podle zrakových potřeb jejich uživatelů. Třída osvětlení určuje světelné parametry, které je nutno dodržet pro dosažení dostatečné osvětlenosti komunikace a zajištění bezpečného provozu. Komunikace se dělí to 3 hlavních tříd. Zjednodušeně lze říci, že třída osvětlení *M* je určena pro řidiče motorových vozidel na silnicích, třída osvětlení *C* je také pro řidiče motorových vozidel, ovšem pro případ konfliktních oblastí, kde dochází ke vzájemnému křížení proudu vozidel nebo se mění geometrie vozovky. V těchto oblastech je zvýšená pravděpodobnost srážky mezi vozidly, případně mezi vozidly a jinými uživateli komunikace. Poslední třída osvětlení *P* je určena pro chodce a pomalou dopravu, například v obytných oblastech nebo na parkovištích [5].

Třídy osvětlení jsem určil podle ulic, podél kterých jsou cyklostezky vedeny, kdy je v Generelu VO města Ostravy vypracována tabulka se zařazením veškerých ulic v Ostravě, pro zajištění jednotnosti a ulehčení práce projektantů. Dle tohoto dokumentu jsou obě ulice Jana Škody i Františka Formana zařazeny do třídy osvětlení P4, pro kterou norma ČSN EN 13201-2 Osvětlení pozemních komunikací – Část 2: Požadavky, udává požadavky na osvětlení uvedené v následující tabulce [6].

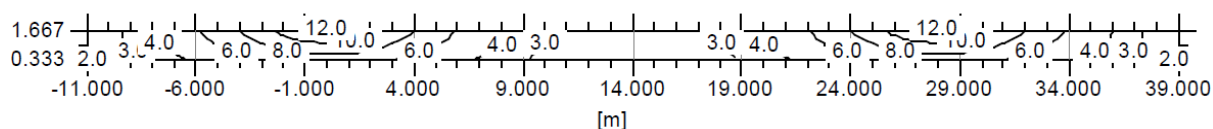
Tabulka 1 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy P4

Vodorovná osvětlenost		Svislá osvětlenost	Poloválcová osvětlenost
\bar{E} (lx) ^a (nejmenší udržovaná hodnota)	E_{\min} (lx) (udržovaná hodnota)	$E_{V,\min}$ (lx) (udržovaná hodnota)	$E_{sc,\min}$ (lx) (udržovaná hodnota)
5,0	1,0	1,5	1,0
^a Aby bylo dosaženo rovnoměrnosti, nesmí skutečná průměrná udržovaná hodnota osvětlenosti překročit 1,5 násobek minimální hodnoty platné pro danou třídu.			

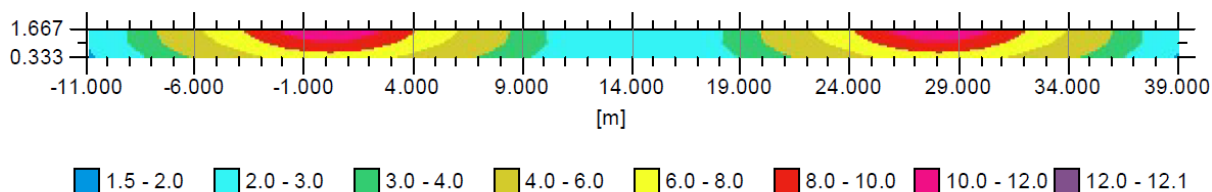
O světelný výpočet jsem požádal firmu Artechnic – Schröder a.s. Firmě jsem poskytl zjednodušený situační výkres, požadované třídy osvětlení, výšky osvětlovacích bodů a navrhovaný typ svítidla vyráběný touto firmou. Výsledek jsem obdržel po 5 dnech s potvrzením, že náš návrh splňuje všechny potřebné světelné parametry. Jelikož je na obou úsecích umístění stožárů i geometrie komunikace prakticky totožná, byl proveden pouze jeden výpočet, dle kterého bude průměrná osvětlenost chodníku 5,9 lx a cyklostezky 5,4 lx, splňující minimální hranici 5 lx. Při výpočtu nebyly uvažovány příspěvky okolních sloupů VO. Na následujících obrázcích jsou výsledky ze zprávy o výpočtu.



Obrázek 3 - Umístění stožárů a soustava hodnocených bodů modelu cyklotrasy F



Obrázek 4 – Isočáry vypočteného modelu cyklotrasy F



Obrázek 5 - Barevné znázornění osvětlenosti vypočteného modelu cyklotrasy F

3.3 Vytyčení

Pojmem vytyčení se rozumí umístění stavebního díla v terénu a vyznačení jeho rozměru a tvaru pomocí vytyčovacími body. Pro účely vytyčování se ve firmě využívá systému jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), který se používá v geodézii na území České a Slovenské republiky.

Vytyčování jsem provedl dle postupů naší firmy tak, že jsem vytyčovaný objekt (stožáry VO a kabely) podložil čtvercovou sítí bodů 25 x 25 metrů. Dle velikosti objektu jsem v rozumných vzdálenostech od sebe popsal body jejich souřadnicemi, což poskytuje základní přehled o poloze stavby. Přestože jsem vytyčoval pouze objekt VO, výkres jsem podložil i situací cyklostezky, aby bylo zřejmé jeho umístění v rámci stavby. Před vytyčením objektu samotného, jsem musel určit důležité body, které definují tvar a rozměr objektu, což jsou zde stožáry VO (nové i stávající, ze kterých dojde k napojení) a kabelová trasa, sestávající z počátků/konců vedení a lomových bodů kabelu. Tyto body přesně definují umístění a tvar objektu VO. Těmto bodům jsem určil identifikační čísla a do tabulky zapsal jejich souřadnice.

3.4 Řezy kabelových tras

Tento výkres v řezu zobrazuje uložení kabelů v zemi. Přestože jsem byl ve škole seznámen s normami zabývající se touto problematikou, návrh jsem často konzultoval s projektantkou, protože jsem narážel na věci, které jsme v hodinách neprobírali.

Uložení kabelů jsem zvolil v chráničkách DVR 75 v hloubce 0,75 m pod povrchem v celé své délce. Přestože norma ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 požaduje hloubku uložení kabelu v chráničce v terénu i pod chodníkem pouze 0,35 m, s ohledem na inženýrské sítě, které bude trasa kabelu křížit, jsem zvolil hloubku 0,75 m, čímž odpadá nutnost její změny po celé délce obou výkopů. Vodorovné a svislé vzdálenosti sítí při jejich křížení, resp. souběhu řeší norma ČSN 73 6005 [7][8].

Na dno výkopu bude uložen zemnič pro uzemnění stožárů tak, aby se nacházel minimálně 10 cm pod úrovní kabelu. Následovat bude písková lože pro uložení kabelu v chráničce, zbytek výkopu se zasype zeminou, do které se uloží červená výstražná PVC fólie a to 20 cm nad úrovní chráničky po celé délce výkopu.

3.5 Řezy základů osvětlovacích stožárů

Poslední výkres dokumentace obsahuje vzorový náčrtek velikosti a tvaru stožáru a jeho způsobu uložení do země dle požadavků města Ostravy. Oproti vzorům, uvedeným v Generelu VO, jsem musel podzemní část sloupu prodloužit o 1 metr z důvodu umístění stožárů ve svahu. Protože jsou vzorové řezy kresleny pro uložení v rovině, ale všechny sloupy budou umístěny ve svahu, vytvořil jsem pro každou dvojici stožárů řezy, které jsem upravil podle příčného řezu terénem, ve kterém budou uloženy. Pro každou dvojici stožárů jsem vytvořil jen jeden řez, protože se terén v daném úseku téměř nemění. V těchto řezech je vidět, že kromě podzemní délky, jsem musel změnit i délku betonové patky, a to také z důvodu umístění ve svahu, kdy si město Ostrava žádá, aby byla patka minimálně 100 mm nad i pod zemí.

3.6 Soupis prací

Po dokončení práce na výkresové dokumentaci a technické zprávě, jsem ještě dostal za úkol vypracovat soupis prací a provést výkaz výměr pro objekt VO dle rozpočtového programu ASPE. Tento dokument obsahuje soupis prací a dodávek materiálu potřebných pro provedení stavby a jejich nacenění. S pomocí kolegů pracujících na projektu jsem vytvořil seznam položek potřebných pro stavbu, který sestává ze zemních prací (hloubení a zásyp jam pro kabely a stožáry), vodorovných konstrukcí (kabelové lože z písku), komunikace (rozebrání a obnova stávající betonové dlažby chodníku, kudy povede kabel ze stávajícího sloupu k novému) a přidružené stavební výroby (veškerý materiál - kabel, chráničky, svorky, stožáry atd., prohlídka, zkoušení a měření). U každé položky jsem uvedl měrnou jednotku (ks, m, m², atd.), počet jednotek, jednotkovou a celkovou cenu.

4. Malý obchvat Hlučína

Jako další projekt jsem dostal za úkol navázat na diplomovou práci mého kolegy a studenta Fakulty stavební na VŠB-TUO, Ing. Lišky, dokončenou v listopadu 2019. V rámci dopravní studie navrhl obchvat města Hlučína kvůli neustále zvyšující se intenzitě dopravy centrem města [9].

Veřejné osvětlení nebylo v rámci diplomové práce řešeno, proto to byla dobrá příležitost si vyzkoušet práci na projektu VO od samého počátku.



Obrázek 6 – Mapa města Hlučína s vyznačenou trasou obchvatu - upraveno [10]

Oproti předchozímu projektu, zde nebylo úkolem vypracovat technickou zprávu a výkresy vytyčení, řezů kabelových tras a řezů základu osvětlovacích stožárů. Jelikož je stavba zatím pouze ve fázi dopravní studie, hlavním úkolem bylo vypracovat návrh osvětlení a situačního výkresu s navrhovaným umístěním stožárů VO. Ostatní výkresy se budou řešit až v pozdějších fázích projektu.

Obchvat Hlučína je oproti předchozímu projektu mnohem náročnější, jedná se o delší trasu s komplexnější geometrií vozovky. Obsahuje úrovnové a okružní křižovatky, autobusové zastávky, přilehlou cyklostezku, chodník a vše je třeba osvětlit. Projekt byl řešen 16 dní ve firmě a posléze doma z důvodu vládního nařízení o nouzovém stavu na území České republiky kvůli COVID-19.

4.1 Stávající stav

Po krátkém uvedení do projektu následovaly dlouhé hodiny studování dokumentace a seznamování se s problematikou. Na návrh VO budou mít vliv stávající inženýrské sítě, a to jak podzemní (na pokládku kabelů), tak nadzemní (na rozmístění stožárů), kvůli ochranným pásmům. Je třeba postupovat v souladu s územním plánem Hlučína, ve kterém je zakreslena plánovaná přeložka vedení vysokého napětí, která kříží trasu obchvatu. Dále je nutno počítat se zvýšenou vytižeností silnice i chodníku s cyklostezkou, protože se v těsné blízkosti trasy obchvatu nachází rozvojové plochy určené pro bydlení a lehký průmysl, které se na obchvat budou napojovat, což se projeví na návrhu intenzity osvětlení [11].

4.2 Situace

Začal jsem opět vytvořením situačního výkresu, který jsem podložil výkresem DKM, výkresem navrhovaného obchvatu, cyklostezky a chodníků a jejich barevného rozlišení, výkresem stávajících sítí a výkresem zaměření pro získání zjednodušeného vizuálního přehledu o projektu.

Z pohledu řešení osvětlení jsem si obchvat rozdělil do 8 částí, které je nutno řešit samostatně:

1. **Silnice a chodník s cyklostezkou** – jelikož tyhle pozemní komunikace k sobě těsně přiléhají, bude se osvětlení řešit pro oba prvky zároveň, silnice ani chodník s cyklostezkou po celé své délce nemění svou šířku či geometrii natolik, aby to mělo významný vliv na kvalitu osvětlení
2. **Okružní křižovatka na začátku obchvatu** – v tomto bodě, kde se obchvat napojuje na stávající komunikaci, je zároveň plánováno postavení sjezdu budoucí přeložky silnice I/56, byla zde proto navržena okružní křižovatka, na kterou bude obchvat napojen
3. **Úrovňová křižovatka pro obsluhu rozvojových ploch** – přibližně uprostřed obchvatu se nachází styková křižovatka, která bude odvádět část provozu rozvojových ploch mimo centrum města na jeho okraj
4. **Autobusové zastávky** – umístěné v těsné blízkosti z obou stran křižovatky spojující obchvat s rozvojovými plochami
5. **Úrovňová křižovatka pro obsluhu polností** – obchvat protíná polní cestu sloužící primárně zemědělským strojům pro přístup k polnostem, zde je navržena průsečná křižovatka
6. **Úrovňová křižovatka pro zemědělství** – styková křižovatka nahradí stávající napojení místní sběrné komunikace na I/56 vedoucí k místním zemědělským a hospodářským stavbám a dále k obytné oblasti umístěné na severním okraji města
7. **Okružní křižovatka na konci obchvatu** – spojující obchvat se silnicí I/56
8. **Přechody pro chodce a přejezdy pro cyklisty** – vyskytující se v blízkosti konfliktních oblastí a u autobusových zastávek

4.3 Světelné parametry

Pro světelný výpočet jsem potřeboval znát normou požadované světelné parametry. Ty jsou dány třídou osvětlení dané komunikace, kterou jsem v minulé kapitole rozdělil do osmi částí, které musím samostatně posoudit a zatřídit.

V předchozím projektu jsem k zatřídění použil Generelu VO města Ostravy, který obsahuje zatřídění všech ulic v Ostravě. Město Hlučín svůj Generel teprve zpracovává a zatřídění ulic neobsahuje. Pro určení tříd osvětlení jsem využil normy ČSN CEN/TR 13201-1, která se touto problematikou zabývá. Jak jsem uvedl v dřívější kapitole, norma dělí komunikace na tři základní oblasti: motorovou dopravu (M), konfliktní oblasti (C) a chodce a pomalou dopravu (P). V závorce je uvedeno písmenné označení třídy osvětlení.

Zatřídění komunikace probíhá pomocí tabulky, ve které jsou uvedeny parametry, dle kterých se zatřídění provádí (např. rychlost vozidel, intenzita dopravy, výskyt parkujících vozidel). Každý z parametrů má uvedeny možnosti a jim je přiřazena váhová hodnota V_w . Pro číslo osvětlení pro motorovou dopravu potom platí

$$M = 6 - V_{ws} \quad (1)$$

kde V_{ws} je součet váhových hodnot jednotlivých parametrů. Stejný vzorec platí i pro zbylé dva typy oblastí, pouze místo písmene M je C nebo P . Požadavky na světelné parametry pro vypočtenou třídu osvětlení jsou uvedeny v normě ČSN EN 13201-2.

V následujících kapitolách je popsáno, jak jsem postupoval při zatřídění jednotlivých částí obchvatu a výpis normou požadovaných světelných parametrů.

4.3.1 Motorová doprava

Podle projektové dokumentace je silnice Malého obchvatu navržena jako silnice II. třídy, s návrhovou rychlostí $50 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ o celkové délce 1,48 km. I když se z počátku neočekává vysoká vytížitelnost silnice, při výpočtu osvětlení jsem uvažoval s vysokou intenzitou dopravy kvůli územnímu plánu města, které má v těsné blízkosti obchvatu vytyčené plochy pro bydlení, výrobu a skladování. Komunikace k těmto budoucí objektům se bude napojovat na obchvat, což zvýší vytížitelnost silnice a mohla by nastat situace, kdy by bylo nutné návrh VO přepracovat.

Třídu osvětlení a normou požadované světelné parametry jsem určil dle následujícího postupu.

Tabulka 2 - Určení váhové hodnoty silnice

Parametr	Možnost	Popis	Váhová hodnota V_w
Návrhová rychlost nebo dovolená rychlost	střední	40 až 70 km·h ⁻¹	-1
Intenzita dopravy	vysoká	dvoupruhové pozemní komunikace	1
		> 45% maximální kapacity	
Skladba dopravního proudu	pouze motorová		0
Směrově rozdělená komunikace	ne		1
Hustota křižovatek	střední	úrovňové křižovatky (počet/km)	0
		≤ 3	
Parkující vozidla	nevyskytují se		0
Jasnost okolí	střední	běžná situace	0
Náročnost navigace	nízká		0

Třída osvětlení je pak určena rovnicí (1):

$$M = 6 - V_{ws} = 6 - \sum V_w = 6 - ((-1) + 1 + 1) = 5 \quad (2)$$

Po vypočtení třídy osvětlení jsem si v normě našel tabulku s požadavky na osvětlení pro motorovou dopravu třídy M5:

Tabulka 3 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy M5

Třída	Jas suchého a mokrého povrchu jízdního pásu pozemní komunikace		Omezující oslnění		Osvětlení okolí
	suchý povrch		mokrý povrch	suchý povrch	suchý povrch
	\bar{L} (cd·m ⁻²) (minimální udržovaná hodnota)	U _o (-) (minimální hodnota)	U _{ow} (-) (minimální hodnota)	f _{TI} (%) (maximální hodnota)	R _{EI} (-) (minimální hodnota)
M5	0,5	0,35	0,15	15	0,3

4.3.2 Konfliktní oblasti

Třidu osvětlení konfliktní oblasti lze určit stejným způsobem jako je uvedeno výše podle vlastní tabulky uvedené v normě, to ovšem není doporučováno. Jelikož jsou konfliktní oblasti *C* využívány stejnými uživateli jako oblasti *M*, které spojuje, doporučuje se vycházet z tříd osvětlení *M* navazujících silnic dle tabulky 4. Minimální třída osvětlení konfliktní oblasti nesmí být menší než nejvyšší třída osvětlení *M* navazujících silnic. Obecně se doporučuje, aby třída osvětlení *C* byla o jednu úroveň vyšší, než ekvivalentní třída osvětlení *C* stanovená uvedeným postupem. V následující tabulce jsou uvedeny ekvivalentní třídy *C* pro světlost povrchu vozovky $Q_0 = 0,07 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$, která bude z asfaltu.

Tabulka 4 - Ekvivalentní třídy osvětlení konfliktních oblastí

Třída osvětlení <i>M</i>		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Ekvivalentní třída osvětlení <i>C</i> pro $0,05 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1} < Q_0 < 0,08 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C5

Okružní křižovatka v 0. kilometru spojuje obchvat se stávající silnici II/469 Hlučín – Darkovičky a s budoucím nájezdem na silnici I/56. Pro silnici I/56 jsem určil třídu osvětlení M2 podle normy, stejným způsobem, jako je uvedeno v předchozí kapitole. Tato silnice má nejvyšší třídu osvětlení ze všech silnic napojujících se na kruhový objezd, tomu dle tabulky 4 odpovídá ekvivalentní třída osvětlení C2, a dle doporučení jsem pro tuto křižovatku zvolil třídu o jeden stupeň vyšší, tedy C1.

Křižovatka v 0,68. kilometru odbočuje na místní obslužnou komunikaci pro dopravní obsluhu rozvojových ploch. U této komunikace předpokládám třídu osvětlení M6, tzn. že třída osvětlení křižovatky se bude řídit podle třídy obchvatu M5, čemuž odpovídá třída C4. Za konfliktní oblast se považují i autobusové zastávky po obou stranách této křižovatky, protože zde dochází ke změně geometrie komunikace a je zde zvýšený výskyt chodců. Stejně jako křižovatka jsou tyto oblasti třídy C4.

Na obchvat se v 0,97. km napojují sjezdy na polní cesty a v 1,35. kilometru místní sběrná komunikace. Tyto silnice nejsou osvětleny a spadají do třídy M6, nejvyšší třída osvětlení je zde dána obchvatem, tedy M5. Těmto křižovatkám jsem určil třídu osvětlení C4.

V 1,48. kilometru bude okružní křižovatka napojující obchvat na stávající silnici I/56. I v této části odpovídá silnice I/56 třídě M2, z čehož vyplývá třída okružní křižovatky C1.

Tabulka 5 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy C1 a C4

Třída	Horizontální osvětlenost	
	$\bar{E} \text{ (lx)}$	$U_0 \text{ (lx)}$
	(minimální udržovaná hodnota)	(minimální hodnota)
C1	30	0,4
C4	10	0,4

4.3.3 Nemotorová doprava

Společná stezka pro chodce a cyklisty je určena pro pohyb v oblasti Malého obchvatu. Kvůli umístění obchvatu jsem předpokládal nízkou intenzitu nemotorové dopravy, a to i po vystavění plánovaných obytných a průmyslových objektů, kdy bude většina nemotorového provozu směřována do centra města. Třidu osvětlení jsem určil následovně.

Tabulka 6 - Určení váhové hodnoty chodníku s cyklostezkou

Parametr	Možnosti	Popis	Váhová hodnota V_w
Rychlost pohybu	nízká	$\leq 40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$	1
Intenzita provozu	nízká		-1
Skladba dopravního proudu	pouze chodci a cyklisté		1
Parkující vozidla	ne		0
Jasnost okolí	střední	běžná situace	0
Rozpoznání obličeje	není nutné		žádné dodatečné požadavky

Třída osvětlení je pak určena rovnicí (1):

$$P = 6 - V_{ws} = 6 - \sum V_w = 6 - (1 + (-1) + 1) = 5 \quad (3)$$

Požadavky na osvětlení pro chodce a cyklisty:

Tabulka 7 - Požadavky na osvětlení komunikace třídy P5

Třída	Vodorovná osvětlenost	
	\bar{E} (lx) (minimální udržovaná hodnota)	E_{\min} (lx) (udržovaná hodnota)
P5	3	0,6

U obou kruhových objezdů a v místech napojení vedlejších komunikací ze strany stezky, budou vybudovány společné přejezdy pro cyklisty a přechody pro chodce. Mezi autobusovými zastávkami u křižovatky v 0,68. km bude pouze přechod pro chodce pro obsloužení autobusové zastávky. Jelikož jsou všechny přechody umístěné v těsné blízkosti křižovatek, jsou součástí stejné konfliktní oblasti a jejich osvětlení bude součástí osvětlení křižovatek. Kromě toho jsem všechny přechody ještě navrhl osvětlit přídatnými svítidly pro zajištění zvýšené bezpečnosti chodců vizuálním rozlišením přechodů.

4.4 Světelný výpočet

Abych lépe pochopil, jaký vliv mají jednotlivé parametry stožáru (výška, vzdálenost od silnice) a svítidla (natočení, vyložení, světelný tok, teplota chromatičnosti) na kvalitu osvětlení komunikací, bylo mi doporučeno zkusit si provést světelný výpočet samostatně, což jsem udělal. Použil jsem k tomu software Wils od společnosti ASTRA MS Software s.r.o., se kterým jsem měl zkušenosti ze školy. Navíc tento program podporuje import a export do AutoCADu, který se v naší společnosti používá pro převážnou většinu práce. Wils má dále přímo vestavěný doplněk pro výpočet osvětlení komunikací, proto se mi zdál jako vhodný pro zadanou práci.

4.4.1 Motorová doprava

Po nastudování a experimentech s doplňkem pro komunikace jsem zjistil, že mi bude užitečný jen v malé části výpočtu. Přestože umožňuje vytvořit prakticky libovolnou skladbu komunikace, výpočet je prováděn pouze pro přímou trasu, není umožněna změna její geometrie. I když je trasa obchvatu po celé své délce zakřivena, vzhledem k celkové délce silnice je toto zakřivení velmi malé. Běžně jsou vzdálenosti mezi jednotlivými stožáry VO kolem 30 m a pro výpočet na této vzdálenosti je možné trasu silnice aproximovat přímkou. Vytvořil jsem tedy model, který bude počítat osvětlení silnice i stezky zároveň, viz obrázek 7.

Můj prvotní návrh spočíval v umístění stožárů do volného terénu mezi silnici a stezku, opatřenými dvěma svítidly, jedno by osvětlovalo silnici a druhé stezku. Při konzultaci mého návrhu mi však bylo řečeno, že při vzdálenostech panujících v oblasti obchvatu to není třeba a k osvětlení postačí stožáry s jedním svítidlem umístěnými na vnější okraj silnice.

Pro výpočet jsem vybral svítidla typu MARUT společnosti ELEKTRO-LUMEN, s. r. o. z katalogu svítidel programu Wils [12].

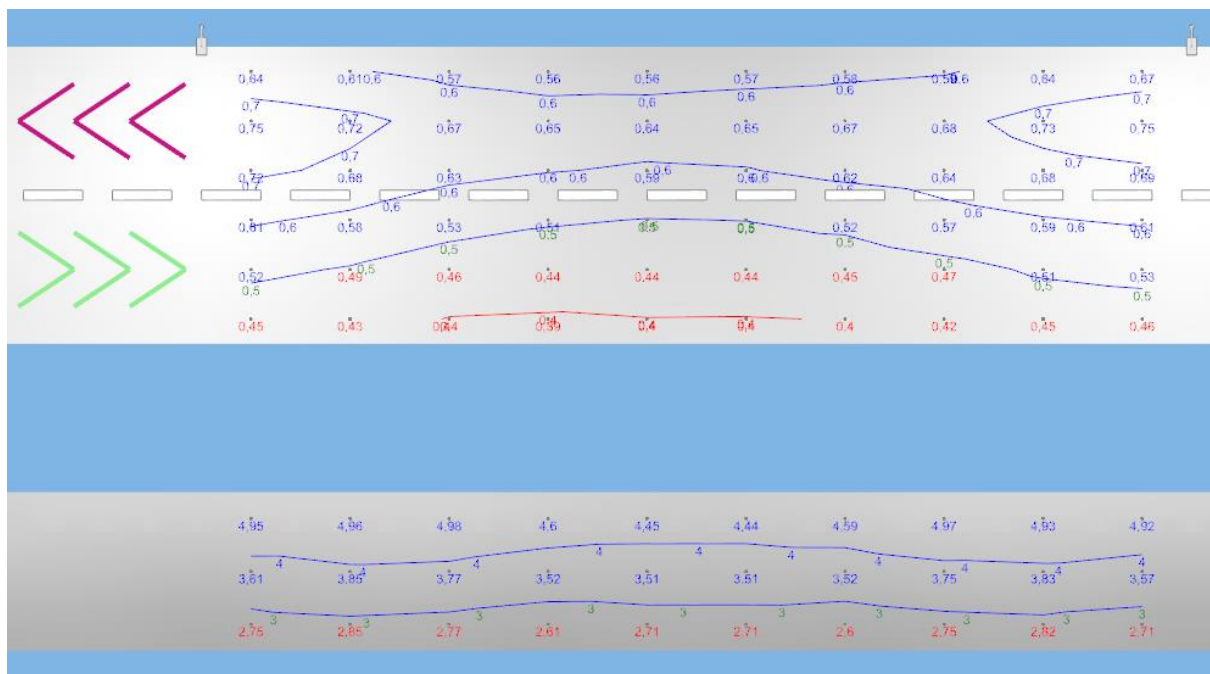
Po řadě výpočtů provedených s různými parametry stožárů a svítidel jsem našel řešení vyhovující jak pro silnici, tak pro stezku.

Osvětlení jsem navrhl vetknutými stupňovitými silničními osvětlovacími stožáry jmenovité výšky 10 m, s výškou osvětlovacího bodu 10 m, bez výložníku. Sloupy budou umístěny 0,5 m od kraje silnice a kde se nacházejí, 1 m od kraje svodidel, v 25m rozestupech. Světelný výpočet byl proveden pro LED svítidla Marut S 37 W, 5000 lm, 3000 K s natočením svítidla 5° směrem nahoru.

Na obrázku 7 je model silnice (nahore) a stezky (dole) použitý pro výpočet. Na silnici i stezce je znázorněna síť hodnocených bodů, pro které byl výpočet prováděn. U každého bodu je uvedena vypočítaná hodnota jasu (silnice) či osvětlenosti (stezka). U zbylých modelů není síť zobrazena kvůli nepřehlednosti při celkovém pohledu na křižovatky, kvůli jejich velikosti a hustotě hodnocených bodů. V modelu jsou zobrazeny i isočáry, neboli křivky spojující body se stejnými hodnotami dané fyzikální veličiny (zelená – požadovaná hodnota, modrá – vyhovující, červená – nevyhovující).

Na vypočteném modelu lze vidět i intenzitu osvětlení povrchu, což mi značně usnadnilo práci při rozmístování sloupů pro zvýšení rovnoměrnosti osvětlení, hlavně u křižovek.

Pod obrázkem jsou uvedeny tabulky vypočtených hodnot pro úseky silnice bez a se svodidly ve formátu vypočtená hodnota / hraniční hodnota daná normou. Veškeré vypočtené hodnoty splňují požadavky normy uvedené v předešlých kapitolách.



Obrázek 7 - Model silnice pro výpočet osvětlení

Tabulka 8 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro silnici

	Osvětlenost (min. hodnota)	Jas / Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost	Prahový přírůstek	Osvětlení okolí
Vozovka		0,53 / 0,5 cd·m ⁻²	0,7 / 0,35	6 / 15 %	0,56 / 0,30
Chodník	2,6 / 0,6 lx	3,7 / <3,0 - 4,5> lx			

Tabulka 9 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro silnici se svodidly

	Osvětlenost (min. hodnota)	Jas / Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost	Prahový přírůstek	Osvětlení okolí
Vozovka		0,5 / 0,5 cd·m ⁻²	0,68 / 0,35	6 / 15 %	0,68 / 0,30
Chodník	2,04 / 0,6 lx	3,0 / <3,0 - 4,5> lx			

V 1,1. km bude dle plánované přeložky křížit vedení vysokého napětí trasu obchvatu. Kvůli úhlu, pod kterým bude vedení silnicí křížit, nestačilo pouze posunout nejbližší sloup za okraj ochranného pásma vedení, ale bylo třeba jeden sloup VO přemístit na protější stranu silnice. Jelikož je tohle významný zásah do rozmístění stožárů, provedl jsem pro tuto situaci světelný výpočet a kromě mírného lokálního zhoršení osvětlení na stezce a snížení rovnoměrnosti osvětlení, všechny parametry stále dosahují normovaných hodnot.

4.4.2 Konfliktní oblasti

Jak bylo zmíněno výše, Wils neumožňuje výpočet komplexnějších tvarů komunikace, jako jsou například křižovatky, a to ani typových. Plochy křižovatek jsem musel zakreslit ručně.

K tomu jsem využil možnost podložení pracovního prostředí Wils výkresem z AutoCADu. Pro každou z pěti křižovatek jsem podle podložení vytvořil, specifikoval a zakreslil výpočtovou plochu. Bohužel až poté jsem zjistil, že v AutoCADu pracujeme v měřítku 1:1000, kdežto Wils pracuje v měřítku 1:1. Vytvořil jsem si tedy v AutoCADu výkres trasy v měřítku 1:1, který sloužil jako prostředník při přenášení dat mezi programy. Po opětovném zakreslení křižovatek jsem mohl začít s návrhem osvětlení.

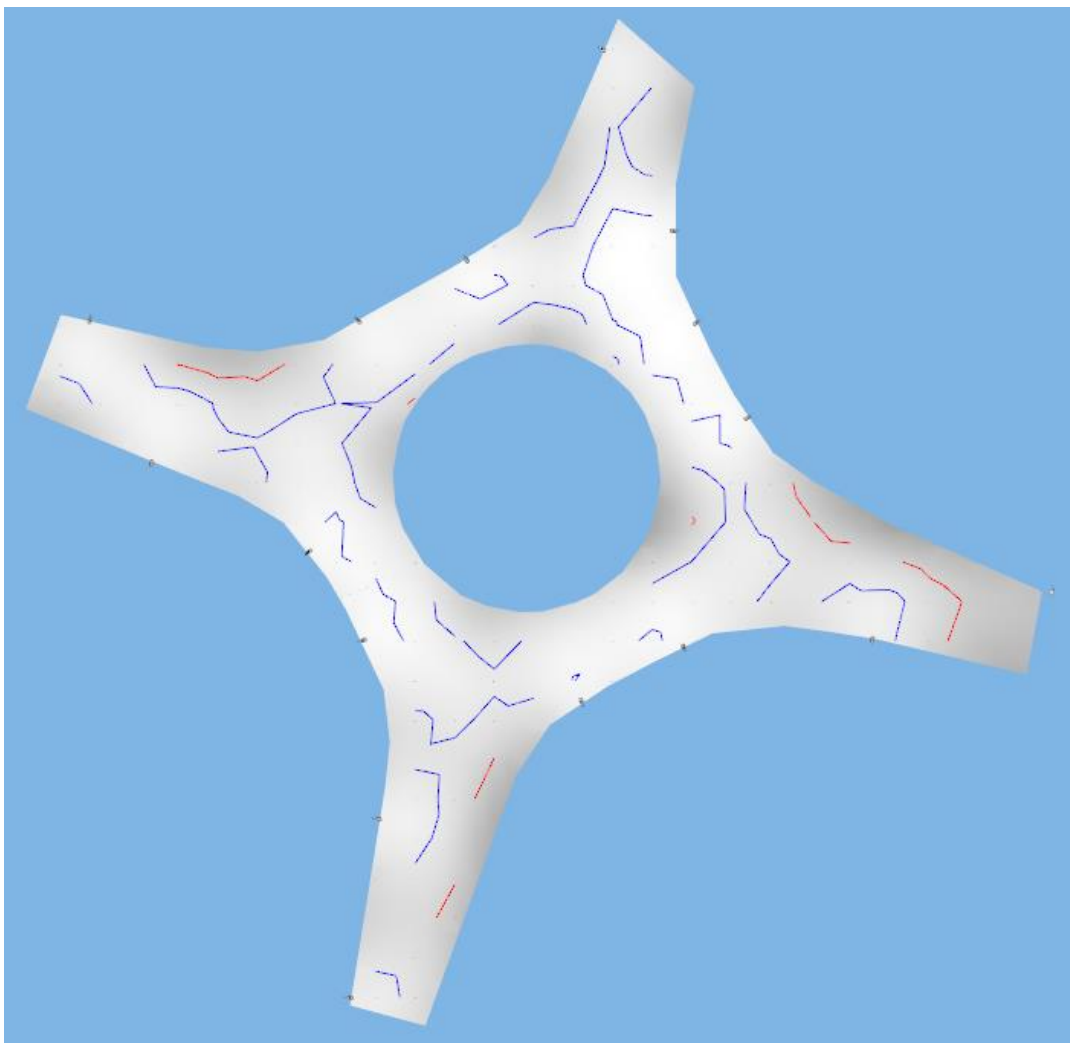
Začal jsem s okružní křižovatkou na začátku trasy obchvatu. Naskytovali se dvě možnosti rozmístění stožárů, podél vnějšího obvodu nebo ve středovém ostrůvku. Pro minimalizaci nutnosti vedení kabelu pod silnicí jsem zvolil druhou variantu a začal jsem testovat různé alternativy rozmístění stožárů.

Osvětlit samotný okružní pás nebyl problém, bohužel kvůli vysoké třídě osvětlení a tím pádem i nárokům na osvětlení křižovatky, nebylo možné dostatečně osvětlit paprsky křižovatky, které jsou její součástí.

Umístění jednoho či dvou stožárů na každý paprsek by bylo dostačující, ovšem pro zachování vizuální stránky VO jsem se rozhodl návrh přepracovat a umístil veškeré stožáry po vnějším obvodu křižovatky. Vysoké nároky na osvětlení si vyžádali mnohem vyšší počet stožárů i vyšší výkon svítidel než jsem předpokládal.

Po provedení řady výpočtů se mi podařilo nalézt uspořádání s minimálním počtem stožárů při zachování požadované kvality osvětlení. To je provedeno 15 stožáry jmenovité výšky 8 m bez výložníků. Světelný výpočet jsem provedl s LED svítidly Marut S 67 W, 9000 lm, 3000 K.

Kvůli své velikosti mohou být na některých modelech křižovatek, zobrazených níže, stožáry VO hůře viditelné. Na následující obrázku je u pravého paprsku umístěn stožár mimo hranici křižovatky. Tento stožár jsem navrhl v rámci osvětlení silnice, nikoliv křižovatky. Přesto jsem s ním počítal i při výpočtu osvětlení křižovatky, protože díky své blízkosti poskytuje nezanedbatelný příspěvek k osvětlení.

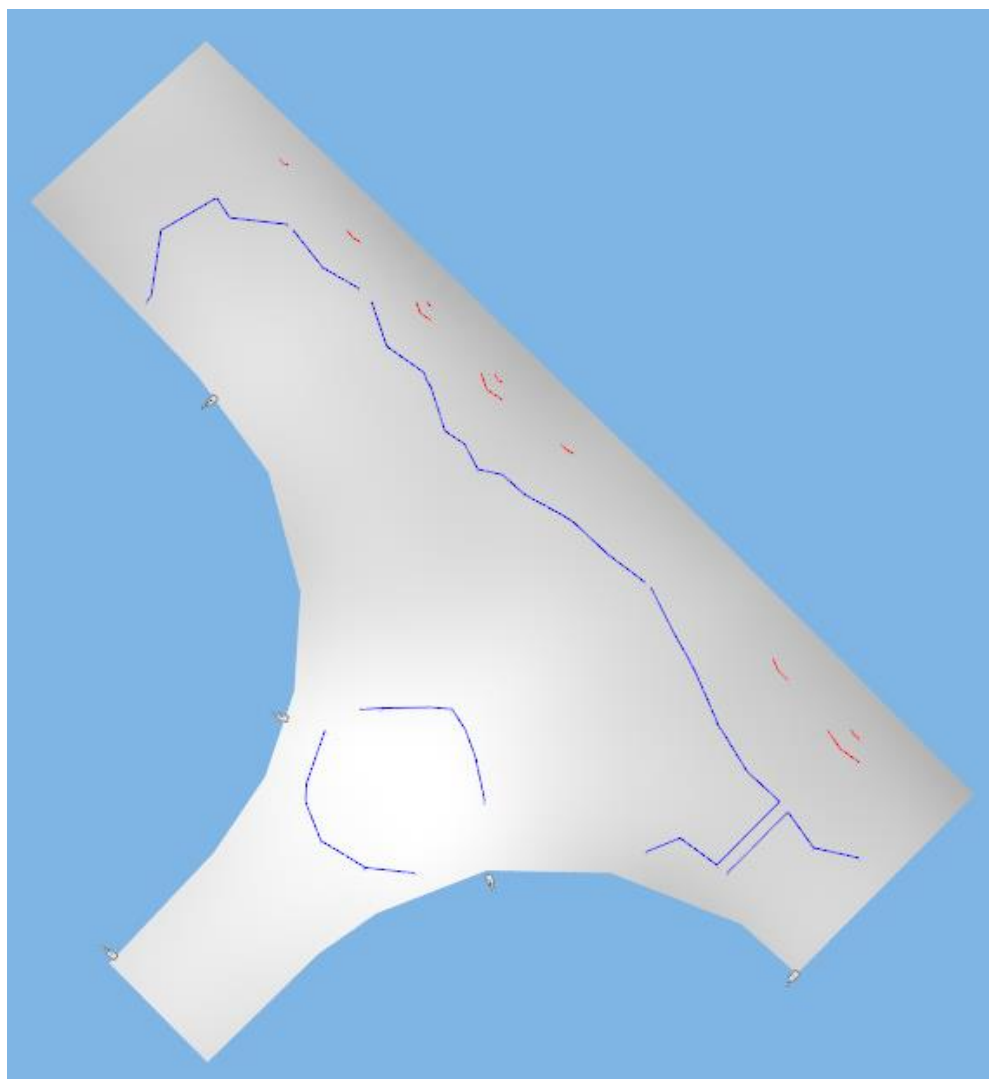


Obrázek 8 - Model okružní křižovatky v 0. km pro výpočet osvětlení

Tabulka 10 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro okružní křižovatku v 0. km

Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
30,5 / 30 lx	0,41 / 0,4

Křižovatka v 0,68. km je jednoduchá styková křižovatka spojující obchvat s plánovanými rozvojovými plochami. K dostatečnému osvětlení mi stačily 4 stožáry plus příspěvek od silničního stožáru na okraji křižovatky (stožár vpravo dole). Parametry stožárů i svítidel na křižovatce jsou stejné jako u stožárů pro osvětlení silnice.



Obrázek 9 - Model křižovatky v 0,68. km pro výpočet osvětlení

Tabulka 11 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro křižovatku v 0,68. km

Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
12,4 / 10 lx	0,57 / 0,4

U výpočtu osvětlení autobusových zastávek jsem využil modulu výpočtu osvětlení silnic jelikož se nachází na rovných úsecích silnice. Modely jsou podobné jako u obrázku 7 pouze jsem upravil šířku silnice a chodníku.

Pro osvětlení zastávky v 0,6. km jsem použil dva 10m stožáry vzdálené 25 m od sebe, umístěnými naproti zastávce a osazenými LED svítidly Marut S 50 W, 7000 lm, 3000 K pro zvýraznění oblasti a dodržení požadovaných parametrů.

Tabulka 12 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro autobusovou zastávku v 0,6. km

	Osvětlenost (min. hodnota)	Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
Vozovka		10,6 / 10 lx	0,7 / 0,4
Chodník	2,6 / 0,6 lx	3,7 / <3,0 - 4,5> lx	

Druhou zastávku v 0,75. km jsem osvětlil dvěma stožáry vzdálenými 20 m od sebe, také umístěnými naproti zastávce. Použil jsem stejná svítidla i stožáry jako u první zastávky, pouze náklon svítidel jsem musel zmenšit z 5° na 1°, kvůli umístění stožárů mezi silnicí a stezkou. Při náklonu 5° nedošlo k dostatečnému osvětlení stezky. Příchodová cesta k zastávce i zastávka je dostatečně osvětlena od těchto stožárů.

Tabulka 13 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro autobusovou zastávku v 0,75. km

	Osvětlenost (min. hodnota)	Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
Vozovka		12,3 / 10 lx	0,43 / 0,4
Chodník	1,96 / 0,6 lx	3,4 / <3,0 - 4,5> lx	
Příchodová cesta	2,73 / 0,6 lx	3,3 / <3,0 - 4,5> lx	

Průsečná křižovatka v 0,97. km je poměrně malá křižovatka, k jejímu osvětlení mi postačily 2 stožáry. Sloup v horním rohu křižovatky jsem musel znatelně vzdálit od okraje silnice z důvodu přítomnosti svodidel.

Model je na obrázku 10.

Tabulka 14 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro křižovatku v 0,97. km

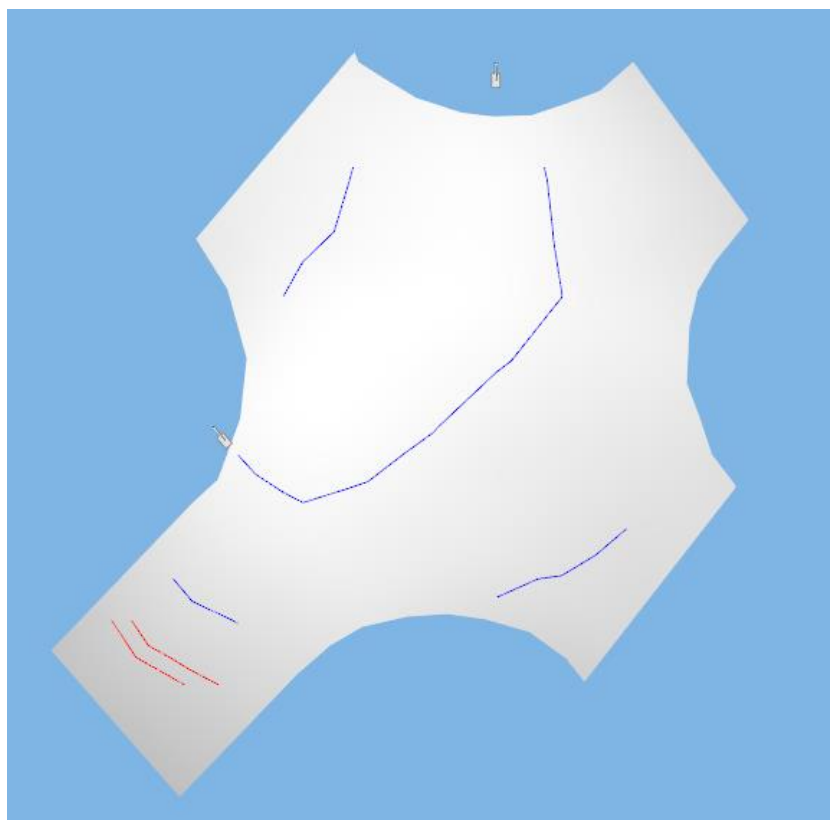
Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
12,9 / 10 lx	0,47 / 0,4

Stykovou křižovatku v 1,35. km se mi podařilo osvětlit 4 stožáry VO s tím, že jsem počítal s příspěvky od silničních stožárů na okrajích křižovatky (levý horní a pravý spodní stožár). Parametry stožárů i svítidel těchto dvou křižovatek jsem volil stejné jako pro silnici obchvatu.

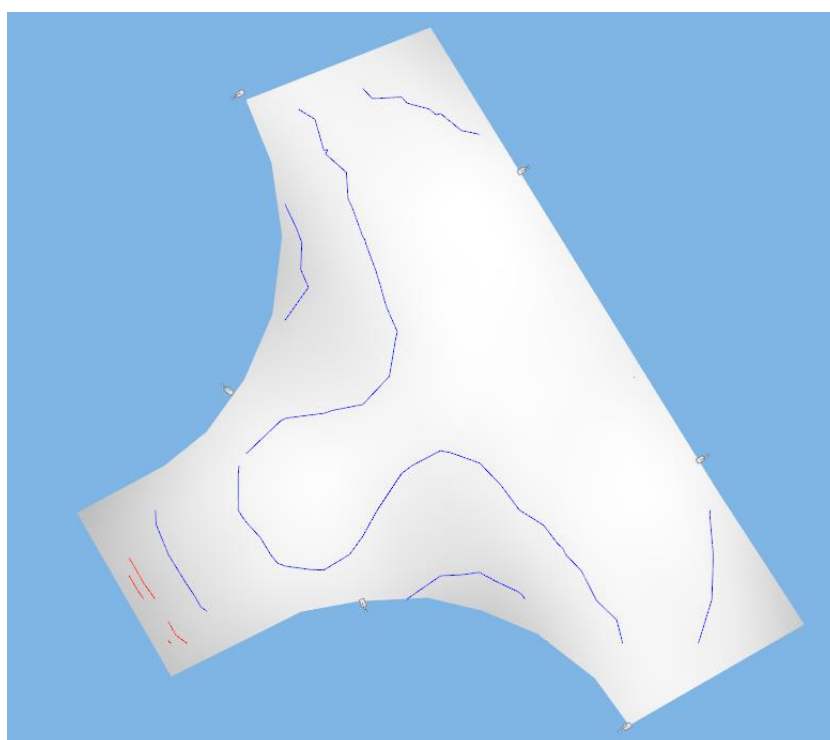
Model je na obrázku 11.

Tabulka 15 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro křižovatku v 1,35. km

Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
14,5 / 10 lx	0,47 / 0,4

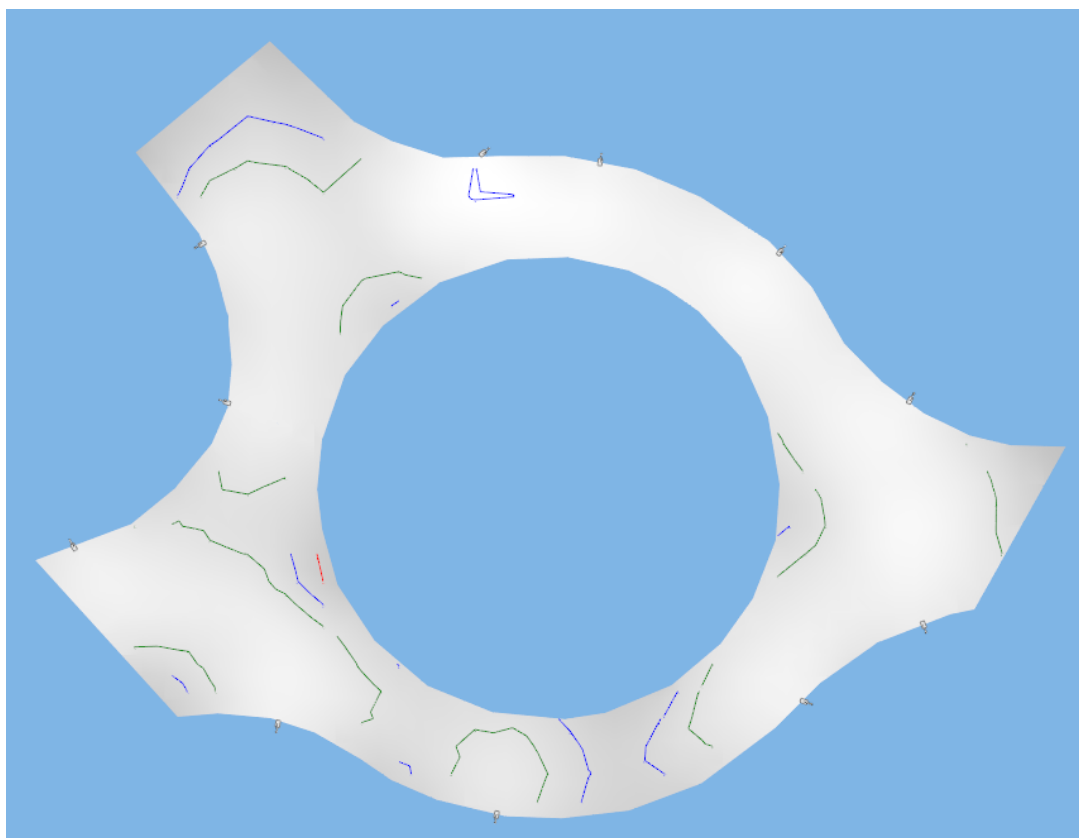


Obrázek 10 - Model křižovatky v 0,97. km pro výpočet osvětlení



Obrázek 11 - Model křižovatky v 1,35. km pro výpočet osvětlení

Okružní křižovatku spojující obchvat se silnicí I/56 jsem stejně jako první osvětlil podél vnějšího obvodu pro zachování jednotnosti a estetické stránky návrhu. Tato okružní křižovatka je menší a k osvětlení stačilo 9 stožárů se stejnými parametry jako u první okružní křižovatky.



Obrázek 12 - Model okružní křižovatky v 1,48. km pro výpočet osvětlení

Tabulka 16 - Vypočtené hodnoty osvětlení pro okružní křižovatku v 1,48. km

Osvětlenost (průměrná hodnota)	Rovnoměrnost
33,6 / 30 lx	0,49 / 0,4

4.4.3 Nemotorová doprava

Výpočet osvětlení společné stezky pro chodce a cyklisty jsem provedl zároveň s výpočtem silnice, jelikož jsou tyto dvě komunikace osvětleny stejnými stožáry VO, viz, kapitola 4.4.1 Motorová doprava.

Pro osvětlení přechodů jsem umístil stožáry výšky 5m bez výložníku z obou stran přechodů. U kruhových objezdů svítidly s vyšší teplotou chromatičnosti a u zbylých křižovatek o stupeň silnějšími svítidly s vyšší teplotou chromatičnosti oproti svítidlům přilehlých silničních stožárů. Jak jsem zmínil

dříve, osvětlení oblasti přechodů bylo provedeno zároveň s osvětlením křižovatek, toto dodatečné opatření jsem zvolil pro vizuální zvýraznění přechodů pro motorovou dopravu a tím pádem zvýšení bezpečnosti přechodů.

Plánovanou přeložku vedení vysokého napětí jsem musel řešit u okružní křižovatky v 1,48. km, kde vedení vn křížuje přechod pro chodce. Zde není možné umístění stožáru tak, aby nezasahoval do ochranného pásma vedení a zároveň plnil svoji funkci. V budoucnu bude muset dojít k domluvě se společností ČEZ o povolení umístění sadového stožáru výšky 5 m v ochranném pásmu vedení.

Svítidla, která jsem použil pro výpočet osvětlení přechodů:

Kruhové objezdy – LED Marut S ZL 69 W, 9000 lm, 4000 K

Křižovatky – LED Marut S ZL 47 W, 6000 lm, 4000 K

Po dokončení výpočtu jsem exportoval svítidla do situačního výkresu AutoCADu abych mohl zakreslit jejich přesnou polohu dle návrhu v programu Wils.

4.5 Přípojka

Napájení navržené soustavy stožárů je v této fázi projektu řešeno pouze okrajově. Navrhl jsem jenom způsob napájení, umístění odběrného místa a zdroj jeho napájení. Podrobnější věci jako je provedení napojení a jištění se řeší až v pozdějších fázích.

Tabulka 17 - Součet příkonů použitých svítidel

Typ svítidla	Sloup č.	Počet svítidel	Příkon svítidel (W)
LED 9000 lm, 3000 K, 67 W	1-3, 6-13, 85, 88, 89, 92-95, 98-105	26	1742
LED 9000 lm, 4000 K, 69 W	4, 5, 86, 87, 90, 91, 96, 97	8	552
LED 5000 lm, 3000 K, 37 W	14-18, 21-38, 41-49, 52, 53, 56-58, 61, 64-84	59	2183
LED 6000 lm, 4000 K, 47 W	19, 20, 39, 40, 54, 55, 59, 60	8	376
LED 7000 lm, 3000 K, 50 W	50, 51, 62, 63	4	200
			5053

Celkový příkon navržené soustavy 105 stožárů (svítidel) VO je 5,1 kW, napojení na stávající vedení VO není kvůli vysokému příkonu možné. Bude proto potřeba zřídít nové odběrné místo. Jeho umístění jsem navrhl u křižovatky, přibližně uprostřed trasy obchvatu, v 0,68. km v zeleni mezi silnicí a chodníkem. Umístěním uprostřed trasy se minimalizuje úbytek napětí na kabelech a dosáhne se mnohem lepších zkratových poměrů než při umístění na okraji.

Napájení rozváděče jsem zvolil z blízké trafostanice, sloužící k napájení obytné oblasti.

5. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

Odborná praxe pro mě byla ideální příležitostí otestovat mé vědomosti získané během studia na vysoké škole. Nejenže mi znalosti nabyté ve škole pomohli při práci ve firmě, ale i zkušenosti získané ve firmě mi pomohli při studiu.

Značnou částí práce jako projektanta pro mě bylo studium norem a řízení se jimi při řešení úkolů. Proto byla velmi užitečnou věcí orientace a znalost základních elektrotechnických předpisů a norem, získaná během studia odborných předmětů. Normy má samozřejmě firma k dispozici, takže jejich hlubší znalost nebyla nevyžadována, potřebné informace jsem si vždy dohledal, případně se dotákal kolegů. Nejprínosnější normy, jejichž znalost jsem měl z předešlého studia, byly normy zabývající se kladením kabelů a křížením inženýrských sítí.

Při návrhu stožárů a napájení VO jsem ocenil teoretické znalosti z oblasti hromosvodů a návrhu kabelů (jejich typy, značení a zatížitelnost).

Při návrhu svítidel jsem využil základní poznatky z oblasti světelné techniky. Znalost pojmu jako vyzařovací charakteristika a teplota chromatičnosti mi usnadnila a urychlila práci.

Znalosti životního cyklu projektu a tvorby projektové dokumentace jsem uplatnil při práci s dokumentací, přestože byly některé věci brány jen okrajově, nebo obecně.

Ze všech programů, se kterými jsem se během studia seznámil a které se používají při projektování, jsem uplatnil zkušenosti z programu Wils pro výpočet osvětlení, kterým jsem se zabýval velkou část praxe. Přestože jsme ve škole počítali pouze osvětlení vnitřních prostor, kterými jsem se na praxi vůbec nezabýval, orientace v programu mi byla velmi přínosná.

Dále jsem využil, i když jen základní, znalost programu AutoCAD pro tvorbu výkresů, protože se v tomto programu vypracovává valná většina dokumentace ve firmě. Musel jsem se doučit řadu příkazů, práci s různými moduly a makry, ale i zde mi základní orientace v programu značně usnadnila práci ve firmě.

6. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Projektování je velmi rozsáhlý obor a i při specifickém zaměření trvá dlouhá léta se stát odborníkem. Obor projektování je ve škole vyučován obecně, poskytující studentům velký rozhled na úkor toho, že se spousta věcí bere pouze okrajově. Jednou z takových oblastí bylo i osvětlení. Do firmy jsem přišel se základy týkající se projektování osvětlení, ovšem spoustu věcí jsem se musel naučit tam.

Můj studijní program Projektování elektrických zařízení nabízí v 7. semestru volitelný předmět Osvětlovací soustavy a jejich projektování. V době volby předmětů na 7. semestr jsem bohužel ještě nevěděl, že se budu zabývat návrhem osvětlení.

Zcela jistě by se šlo s vyučujícími domluvit na pozdější zapsání předmětu nebo navštěvování hodin bez zapsaného předmětu, ovšem že dostanu příležitost si vyzkoušet návrh osvětlení jsem se dozvěděl až koncem semestru, kdy tento předmět probíhal.

Projektování osvětlení dopravních staveb je velmi specifické odvětví projektování, kombinující více oborů, musel jsem se tedy doučit základy z oblasti dopravních staveb. Jednalo se například o orientaci v situačních výkresech, pochopení významu různých symbolů a značek, zásady umísťování stožárů k silnicím a chodníkům, provedení jejich základů, uzemnění a elektrického napojení.

I z oblasti osvětlení jsem musel hodně věcí nastudovat, protože osvětlování dopravních staveb se oproti osvětlování místností, které jsme se ve škole učili, v některých věcech liší. Například natočení svítidel, které se u stropních svítidel provádí převážně pouze horizontálně, se u stožárů provádí i vertikálně. Dále jsem si musel zvyknout na jiné charakteristiky svítidel oproti stropním svítidlům. Ty osvětlují rovnoměrně prostor pod sebou, kdežto silniční svítidla, kvůli svému umístění, mají svou charakteristiku upravenou tak, aby osvětlovali hlavně prostor silnice, a ne prostor přímo pod sebou nebo za stožárem. Speciálním případem jsou svítidla určená pro osvětlení přechodů, která svítí mírně do strany, protože jsou umístěna vedle přechodu, a ne přímo nad ním.

Lze říci, že z oblasti elektro jsem měl obecný přehled o převážné většině věcí, šlo tedy hlavně o prohlubování znalostí souvisejících se zaměřením firmy. Chybějící vědomosti jsem dohledával v normách, na internetu a konzultacemi s kolegy.

7. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Možnost absolvovat praxi u firmy pro mě byla skvělá zkušenost se naučit, jak to v projekční firmě funguje, jaké jsou na projektanty kladeny požadavky a že to občas může být velmi stresující práce. Převzetí dlouholetých zkušeností od odborníků v oboru je neocenitelné.

Po dobu svého působení ve firmě SHB, akciové společnosti, jsem se nejdříve podílel na řadě menších, dílčích úkolů pro různé projekty, čímž jsem získal základní přehled a schopnost orientace v oboru dopravních staveb. Časem jsem začal pracovat na komplexnějších a časově náročnějších úkolech. V této zprávě uvádím pouze dva největší projekty, které mi byly největším přínosem – cyklotrasa F a malý obchvat Hlučína.

V prvním projektu, cyklotrasa F, jsem byl veden kolegyní téměř při každém kroku, protože to byl můj první projekt, kde jsem podrobně řešil všechny části zadaného objektu, kterým bylo veřejné osvětlení. Kromě vypracování technické zprávy a 4 výkresů jsem si vyzkoušel i méně technickou část. Tou bylo sestavení soupisu prací k tomuto objektu.

V druhém projektu, malém obchvatu Hlučína, jsem se již snažil pracovat samostatně, s občasnými dotazy na mé kolegy. Tento projekt nevyžadoval kompletní vytvoření dokumentace, jako ten předchozí, zato jsem si zde vyzkoušel zcela novou věc – výpočet osvětlení. Kvůli rozměrům a komplexnosti obchvatu, a protože jsem návrh osvětlení komunikací nikdy předtím nedělal, byl pro mě tento projekt náročnější než cyklotrasa F.

Pracoval jsem na projektech nacházejících se v různých fázích, od dopravních studií, až po realizační dokumentaci. Tím jsem získal přehled o různých životních fázích a cyklech projektu a co obnáší. Prohloubil jsem si znalosti z oblasti osvětlení, napájení a uložení kabelů. Získal jsem základní znalosti z oboru dopravních staveb, typech a uložení stožárů a výkazu výměr.

Přestože jsem byl veden k samostatnosti a spoustu informací jsem si dohledával na internetu, v normách nebo použil předešlé projekty jako předlohu, mí kolegové byli vždy ochotní zodpovědět mé dotazy a pomoci mi.

Náhled do fungování projekční firmy byl velmi přínosný. Během mého působení ve firmě jsem uplatňoval a prohluboval své vědomosti získané ve škole, což pro mě bylo hlavním důvodem, proč jsem si zvolil absolvování praxe.

Literatura

- [1] O firmě. *SHB, akciová společnost* [online]. Ostrava [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <http://www.shb.cz/o-firme>
- [2] Mapy Google. *Google* [online]. [cit. 2020-01-10]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [3] TKP 15. *Osvětlení pozemních komunikací*. Praha, Ministerstvo dopravy, Odbor pozemních komunikací, 2015, 24 s.
- [4] Veřejné osvětlení. *Ostravské komunikace, a. s.* [online]. Ostrava [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.okas.cz/dalsi-informace/dokumenty/verejne-osvetleni.html>
- [5] ČSN 36 0455 (ČSN EN 13201-1). *Osvětlení pozemních komunikací - Část 1: Návod pro výběr tříd osvětlení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017.
- [6] ČSN 36 0455 (ČSN EN 13201-2). *Osvětlení pozemních komunikací - Část 2: Požadavky*. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2019.
- [7] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [8] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1994.
- [9] LIŠKA, Ondřej. *Malý obchvat Hlučína*. Ostrava, 2019. Diplomová práce (Ing.). Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství. Vedoucí práce Ing. Václav Škvain.
- [10] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2020-03-19]. Dostupný z: <http://www.mapy.cz/>
- [11] *Územní plán Hlučína*. Hlučín, Zastupitelstvo města Hlučína, 2017, 4 s.
- [12] *LUMEN LIGHTS* [online]. Hranice [cit. 2020-01-12]. Dostupné z: <https://www.el-lumen.cz/>

Seznam příloh

Příloha 1: Cyklotrasa F – Situace	(Příloha v IS EDISON)
Příloha 2: Cyklotrasa F – Vytyčení	(Příloha v IS EDISON)
Příloha 3: Cyklotrasa F – Řezy kabelových tras	(Příloha v IS EDISON)
Příloha 4: Cyklotrasa F – Řezy základů osvětlovacích stožárů	(Příloha v IS EDISON)
Příloha 5: Malý obchvat Hlučina - Situace	(Příloha v IS EDISON)